

## AUTOMATIC WORK SYSTEM

PUB. NO.: ~~09-311707~~ [JP 9311707 A]  
PUBLISHED: December 02, 1997 (19971202)  
INVENTOR(s): ASANUMA RETSU  
APPLICANT(s): MATSUO KK [000000] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)  
APPL. NO.: 08-126703 [JP 96126703]  
FILED: May 22, 1996 (19960522)  
INTL CLASS: [6] G05B-019/408; B23Q-015/00; B24B-017/04; B44B-001/00  
JAPIO CLASS: 22.3 (MACHINERY -- Control & Regulation); 25.2 (MACHINE TOOLS  
-- Cutting & Grinding); 30.9 (MISCELLANEOUS GOODS -- Other)  
JAPIO KEYWORD: R063 (MACHINERY -- Numerical Control Machine Tools, NC); R098  
(ELECTRONIC MATERIALS -- Charge Transfer Elements, CCD & BBD)  
; R105 (INFORMATION PROCESSING -- Ink Jet Printers); R138  
(APPLIED ELECTRONICS -- Vertical Magnetic & Photomagnetic  
Recording)

### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively and automatically generate relieves and to manufacture products which are completely similar to a person, an animal, a still life and a landscape, which are to be displayed in relieves.

SOLUTION: When a picture becoming the motif of a relief is inputted by a picture input means 2, Z-coordinate data showing the height of the relief is set based on gradation data T calculated based on color tone data C on respective picture elements. Then, X-Y coordinate data showing the plane position of the relief is set based on two-dimensional position data D (x, y). The cutter path of a tool is calculated in a cutter path calculation means 6 based on three-dimensional form data with Z, and X-Y coordinate data as XYZ coordinates. The surface of an object W to be worked is grinding-worked by an NC working machine 7 based on the calculated cutter path and the relief is manufactured.

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/408			G 0 5 B 19/405	D
B 2 3 Q 15/00	3 0 5		B 2 3 Q 15/00	3 0 5 C
B 2 4 B 17/04			B 2 4 B 17/04	
B 4 4 B 1/00			B 4 4 B 1/00	

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-126703

(22) 出願日 平成8年(1996)5月22日

(71) 出願人 591243088

株式会社マツオ

埼玉県入間市狭山ヶ原碑の前323番地

(72) 発明者 浅 沼 烈

埼玉県入間市狭山ヶ原碑の前323番地 株

式会社マツオ内

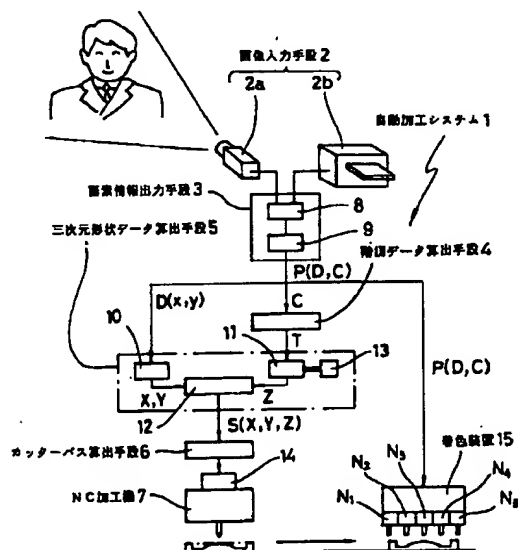
(74) 代理人 弁理士 澤野 勝文 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 自動加工システム

## (57) 【要約】

【課題】 レリーフを低コストで自動作成することができ、しかも、レリーフに表わそうとした人物、動物、静物、風景などとそっくりの製品を製作できるようにする。

【解決手段】 画像入力手段2によりレリーフのモチーフとなる画像を入力すると、各画素の色調データCに基づいて算出された階調データTに基づきレリーフの高さを表すZ座標データが設定され、各画素の二次元位置データD(x, y)に基づきレリーフの平面位置を表すX-Y座標データが設定される。そして、これらをXYZ座標とする三次元形状データに基づいてカッターパス算出手段6で工具のカッターパスが算出され、算出されたカッターパスに基づいて被加工物Wの表面がNC加工機7により研削加工されて、レリーフが製作される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レリーフのモチーフとなる所望の画像を入力する画像入力手段(2)と、

入力された画像をマトリクス状の画素に分割して、各画素ごとにその位置を表す二次元位置データ及びその色乃至明さを表す色調データからなる画素情報を出力する画素情報出力手段(3)と、

出力された画素情報の色調データに基づいて画素ごとに階調データを算出する階調データ算出手段(4)と、

前記階調データをレリーフの高さとなるZ座標データに置換すると共に、前記画素情報の二次元位置データをレリーフの平面位置を表すX-Y座標データに置換して、これらをXYZ座標とするレリーフの三次元形状データを算出する三次元形状データ算出手段(5)と、

三次元形状データに基づいて工具のカッターパスを算出するカッターパス算出手段(6)と、

算出されたカッターパスに基づいて被加工物(W)の表面を研削加工するNC加工機(7)とからなることを特徴とする自動加工システム。

【請求項2】 前記NC加工機(7)で表面を研削した被加工物(W)に対し、前記画素情報の二次元位置データと対応する位置に、前記色調データで表された色乃至明さのインクを噴霧する着色装置(15)を備えた請求項1記載の自動加工システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所望の二次元画像を三次元形状にモディファイして、その三次元形状に基づいて被加工物の表面を研削加工し、レリーフを自動的に作成する自動加工システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】部屋の装飾品となるプレート、装身具となるブローチ、記念品としてのメダルなどには、人物、動物、静物、風景などを浮き彫りにしてレリーフにしたものがある。これらを製造する場合は、その材質にもよるが、プラスチック製のものであれば、まず、手作りのモデルを作成し、これに基づいて凹凸が逆の金型を起こし、その型内部にプラスチックを流し込んで成形したり、金属製のものであれば、同様にして鋳型やプレス型を作り、鋳型内部に溶融金属を流しこんだり、プレス型でプレスして成形している。この場合、金型、鋳型、プレス型に数百万円ものコストがかかるため、同一のデザインのレリーフを量産する場合でなければ、型まで起こしてレリーフを作ることはまずない。

【0003】したがって、個人が自分の子供が産まれたときの記念としてその子をレリーフに表したプレートを作成したり、会社などで功労者に対しその人物をレリーフに表した記念プレートを作成する場合のように量産しないものについては、金型を起こすことはせず、彫金や彫刻を請け負う業者や職人に依頼して手掘りにより作成

している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この場合も金型を起こす程ではないが、職人の人件費が高いため加工コストはまだ高く、しかも、職人の技能や熟練度によって製品の出来栄や製作時間に著しい差があるだけでなく、よほど腕のいい職人であっても、例えば記念プレートの縦横5×5cm程度の狭いところに人物の顔を彫るときは、その本人とそっくりのレリーフを製作することが非常に困難であった。なお、このような事情はプラスチック成形用の金型や、金属鋳造用の鋳型を起こす場合も同様であり、レリーフが小さくなればなるほど、最初に粘度などを用いてモデルを造るときに本人と似せることが困難であった。

【0005】そこで本発明は、単品のレリーフを作成する場合でも職人の手を介在させずに低コストで自動作成することができ、しかも、レリーフで表わそうとした人物、動物、静物、風景などとそっくりの製品を製作できるようにすることを技術的課題としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明は、レリーフのモチーフとなる所望の画像を入力する画像入力手段と、入力された画像をマトリクス状の画素に分割して、各画素ごとにその位置を表す二次元位置データ及びその色乃至明さを表す色調データからなる画素情報を出力する画素情報出力手段と、出力された各画素の色調データに基づいて画素ごとに階調データを算出する階調データ算出手段と、前記階調データをレリーフの高さとなるZ座標データに置換すると共に、前記画素情報の二次元位置データをレリーフの平面位置を表すX-Y座標データに置換して、これらをXYZ座標とするレリーフの三次元形状データを算出する三次元形状データ算出手段と、三次元形状データに基づいて工具のカッターパスを算出するカッターパス算出手段と、算出されたカッターパスに基づいて被加工物の表面を研削加工するNC加工機とからなることを特徴とする。

【0007】本発明によれば、画像入力手段により入力したレリーフのモチーフとなる画像が、マトリクス状の画素に分割されて、各画素の色乃至明さを表す色調データが階調データに置換され、この階調データに基づいてレリーフの高さを表すZ座標データが設定され、また、各画素の位置を表す二次元位置データに基づいてレリーフの平面位置を表すX-Y座標データが設定される。そして、これらをXYZ座標とする三次元形状データに基づいて工具のカッターパスが算出され、算出されたカッターパスに基づいて被加工物の表面がNC加工機により研削加工されて、レリーフが製作される。なお、本願明細書において、研削加工とは切削加工を含む概念として用いる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明に係る自動加工システムの一例を示す概略構成図である。

【0009】本例の自動加工システム1は、レリーフのモチーフとなる所望の画像を入力する画像入力手段2と、入力された画像をマトリクス状の画素に分割して、各画素ごとにその位置を表す二次元位置データ及びその色乃至明るさを表す色調データからなる画素情報を出力する画素情報出力手段3と、出力された画素情報の色調データに基づいて画素ごとに階調データを算出する階調データ算出手段4と、前記階調データをレリーフの高さとなるZ座標データに置換すると共に、前記画素情報の二次元位置データをレリーフの平面位置を表すX-Y座標データに置換して、これらをXYZ座標とするレリーフの三次元形状データを算出する三次元形状データ算出手段5と、三次元形状データに基づいて工具のカッターパスを算出するカッターパス算出手段6と、算出されたカッターパスに基づいて被加工物Wの表面を研削加工するNC加工機7とからなる。

【0010】画像入力手段2としては、所望の画像を撮像するCCDカメラ2a、TVカメラ、デジタルカメラ、スキャナや、磁気テープ、フロッピーディスク、オプティカルディスク、光磁気ディスクに記録された元画像を読み出す画像再生装置2bや、画像をパソコンのCRT上で作成又は加工処理してからキー入力するキーボードやマウス等が用いられる。なお、この場合に、画像入力手段2ではCCDカメラなどで取り込んだ画像の色を現実の色に近づけるように補正したり、または、補色に反転させたり、任意の色に置換したり、さらには、画像を歪ませたり任意の加工を施すことができる。

【0011】画素情報出力手段3は、入力された画像を所定ピッチのマトリクス状の画素に分割する画像分割処理装置8と、当該画像分割処理装置8で分割された各画素ごとにその位置を表す二次元位置データD(x, y)及びその色乃至明るさを表す色調データCからなる画素情報P(D, C)を形成する画素情報形成手段9とからなり、当該画素情報形成手段9から画素情報P(D, C)が出力される。

【0012】画素情報P(D, C)の色調データCは、色を決定する3つの独立変数で表される。例えば、図2(a)に示すように、色を三原色RGBの色ベクトルを合成して決定する場合、色調データCは、 $C = rR + gG + bB$  (r, g, bは夫々R, G, Bの混合割合)

で表すことができ、図2(b)に示すように、明度(輝度)U、彩度r、色相θで色を決定する場合、カラーデ\*

$$Z = 3 + T \times 3/256 \text{ [mm]}$$

より算出される。本例では、黒レベルが0、白レベルが255に設定されており、色の暗い部分は高く(研削深度が浅く)なり、色の明るい部分は低く(研削深度が深

\* ータCは、輝度を表すU軸に直交するJ-K面の極座標として、

$$C(U, r, \theta)$$

で表すことができ、図2(c)に示すように明度(輝度)Uと二つの色差信号I, Qで色を決定する場合、カラーデータCはUIQの直交3軸座標上に、

$$C(U, I, Q)$$

で表すことができる。

【0013】そして、階調データ算出手段4では、前記三つの独立変数のうち、例えば輝度に応じて各色の階調を決定するようになされ、色調データC自体に輝度データUが含まれている場合は、その輝度データUに基づいて階調データTが決定される。また、RGB方式のように輝度データUが含まれていない場合は、例えば、 $U = 0.30r + 0.59g + 0.11b$ の式より輝度データUが算出され、算出された輝度データUに基づいて階調データTが決定される。この場合、輝度は白レベルから黒レベルまで変化するので、これを8ビットで処理する場合には $2^8 = 256$ 階調となり、全ての色はこの256階調で表されることになる。したがって、例えば色相や彩度が異なる色同士でも輝度が等しければその階調データTは等しくなる。

【0014】次いで、三次元形状データ算出手段5は、前記階調データ算出手段4で算出された階調データTに基づいてレリーフの高さを表すZ座標データを算出するZ座標データ算出手段10と、前記画素情報P(D, C)の二次元位置データD(x, y)に基づいてレリーフの平面位置を表すX-Y座標データを算出するX-Y座標データ算出手段11と、前記各算出手段10及び11で算出されたデータに基づいて、これらをXYZ座標とするレリーフの三次元形状データS(X, Y, Z)を形成する形状データ形成手段12とからなる。

【0015】Z座標データ算出手段10には、階調データに対応して漸次増加又は減少するようにZ座標データ(高さデータ)を決定する階調-高さ変換手段13を備えている。この変換手段13としては、例えば、白レベルから黒レベルに至るまでの階調の段階に対応して漸次増加又は減少する高さデータを予め記憶した変換テーブルや、階調データTに基づいて高さを算出する演算式が用いられる。例えば、被加工物Wとして厚さ6mmのプレートを用い、これに最大研削深度3mmでレリーフ加工する場合、変換テーブルには、その3mmを階調データの256段階に分けて、各階調ごとに3/256mm差でZ座標データが予め記憶されている。なお、演算式で算出する場合は、高さを表すZ座標データは、

$$0 \leq T \leq 255 \text{ (Tは整数)}$$

く) なるようにZ座標データが設定されている。

【0016】また、X-Y座標データ算出手段11では、各画素の二次元位置データD(x, y)を被加工物

W上の対応する位置データに変換する。この場合、例えば、画像入力手段2として受光部が12.5(H)×9

(V) mm<sup>2</sup>の高解像度CCDを使用した場合、受光部には、1280画素(H)×970画素(V)=約124万画素が配列されている。そして、例えば、被加工物Wに5×5cmのレリーフを研削しようとする場合、画素情報P(D, C)の二次元位置データD(x, y)のx, yの値が、CCDの受光部の8(H)×8(V) mm<sup>2</sup>の範囲内の画素の個数で表されていれば、被加工物WのX-Y座標データは、夫々次式で算出される。

$$X = (50/8) \times (12.5/1280) \times x \quad [\text{mm}]$$

$$Y = (50/8) \times (9/970) \times y \quad [\text{mm}]$$

そして、形状データ形成手段12では、前記Z座標データ算出手段10及びX-Y座標データ算出手段11で算出された各データに基づいて、これらをXYZ座標とするレリーフの三次元形状データS(X, Y, Z)が形成され、研削しようとするレリーフの凹凸形状が画素に対応するドットごとに数値データとして表される。

【0017】次いで、カッターパス算出手段6では、前記三次元形状データ算出手段5から出力された三次元形状データに基づいて工具のカッターパスを算出する。なお、カッターパスの算出に際し、工具の直径や先端形状が考慮されることは言うまでもない。また、工具の最大切込量が例えば0.3 mmのとき、本例の最大研削深度は3 mmであるから、最大研削深度に達するまで例えば同一線上を数往復(この場合は5往復)させて徐々に切込んでいくようにカッターパスを決定すればよい。

【0018】そして、このように算出された工具パスが、NC加工機7の制御装置14に入力され、NC加工機7は制御装置14からの制御信号により駆動されて、算出された工具パスに従って工具が移動され、被加工物Wの表面に画像入力手段2により入力された画像と全く同一モチーフのレリーフが自動的に彫刻されることになる。

【0019】また、15は、NC加工機7で表面を研削してレリーフ加工された被加工物Wに対し色付けを行う着色装置であって、三原色(赤, 青, 黄)と白, 黒の5色のインクを吹き付けるインクジェットノズルN<sub>1</sub>~N<sub>5</sub>が配設され、前記画素情報Pの色調データC表された色乃至明るさのインクが、被加工物W上の二次元位置データDと対応する位置に噴射されるように成されている。

【0020】以上が本実施形態の具体的構成であって、次にその作用について説明する。まず、レリーフのモチーフとなる人物のバックに白いスクリーン等を配してCCDカメラなどの画像入力手段2により入力すると、入力された画像が所定ピッチのマトリクス状の画素に分割され、各画素ごとにその位置を表す二次元位置データD(x, y)及びその色乃至明るさを表す色調データCからなる画素情報P(D, C)が画像情報出力手段3より出

力される。

【0021】次いで、この画素情報P(D, C)の色調データCに基づいて画素ごとに階調データTが階調データ算出手段4により算出される。そして、三次元形状データ算出手段5では、Z座標データ算出手段10により前記階調データTに基づいてレリーフの高さを表すZ座標データが算出されると共に、X-Y座標データ算出手段11により二次元位置データD(x, y)に基づいて、レリーフの平面位置を表すX-Y座標データが算出され、これらに基づいてレリーフの三次元形状データS(X, Y, Z)が形成される。

【0022】なお、このとき、Z座標データ算出手段10の階調-高さ変換手段13となる変換テーブルに、色の明るい部分が低く(研削深度が深く)、色の暗い部分が深く(研削深度が浅く)なるようにZ座標データが予め記憶させておき、前述したように背景を明るい色にして写真をとれば、人物の部分が凸状に出っ張ったレリーフとなるようにZ座標データが決定される。また、階調-高さ変換手段13となる変換テーブルに、色の明るい部分が深く(研削深度が浅く)、色の暗い部分が低く(研削深度が深く)なるようにZ座標データを記憶させておけば人物の部分が凹んだレリーフとなるようにZ座標データが決定される。

【0023】次いで、工具のカッターパス算出手段6では、レリーフの三次元形状データS(X, Y, Z)と、工具径及び先端形状に基づいて工具のカッターパスが算出され、算出されたカッターパスがNC加工機7の制御装置14に入力され、NC加工機7はその工具パスに従って稼動され、被加工物Wの表面を研削してレリーフ加工する。

【0024】なお、本例では、輝度に基づいてレリーフの凹凸を決定しており、明るい部分を低く、暗い部分を高くするように設定しているため、出っ張ったところに明るい色が施されていた場合にはその部分が凹んでしまい、実際の凹凸とは必ずしも一致しない場合もあり得るが、凹凸により形成された線図は画像入力手段2で入力された画像とそっくりになる。このため、成形されたレリーフの上に透明のプラスチックを流して、内部にレリーフを形成したフラットなプレートにしたり、二次元画像情報を左右反転して取り込んで、透明プラスチック板の被加工物Wの表面にレリーフを形成し、これを裏から見るとすれば、レリーフの凹凸により形成された線図のみが見えるので、完成したレリーフは入力した画像とそっくりになる。

【0025】そして、例えばレリーフ加工した被加工物Wに着色する場合は、NC加工機7のテーブル7aを移動させて、被加工物WをNC加工機7上に配設した着色装置15まで移動させ、三原色及び白黒の5色カラーノズルN<sub>1</sub>~N<sub>5</sub>から、画素情報P(D, C)の色調データCに基づいて、位置データD(x, y)に対応するレ

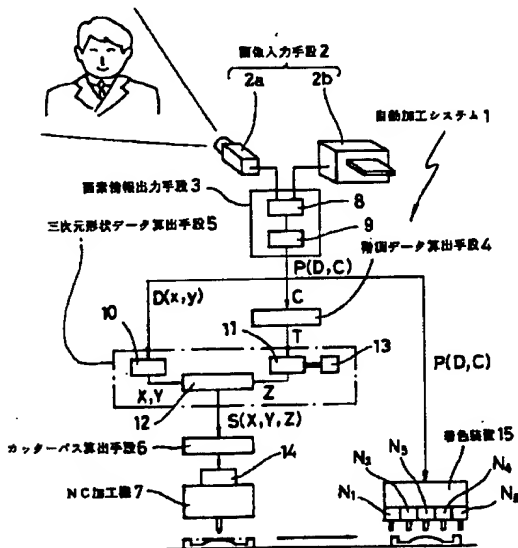
リーフ上の位置に夫々の色のインクを噴射すればよい。これにより、レリーフ加工された被加工物Wが画像入力装置2で取り込んだ画像の色と同じ色に着色される。

【0026】なお、上述の説明では、レリーフのモチーフとなる画像をカラーで取り込む場合について説明したが、本発明はこれに限らず、モノクロで取り込む場合であってもよい。この場合、画素情報は位置データと輝度データとからなり、輝度データに対応して階調データTが決定され、これに基づいて高さを表すZ座標データが算出される。

【0027】また、画像をカラーで取り込んだ場合において輝度データYに対応して階調データTを決定する場合について説明したが、本発明は、色を決定する三つの独立変数のうちの一以上の独立変数に基づいて階調データTを決定するものであれば、任意の手段を採用し得る。例えば、カラーデータを8ビットでデジタル処理する場合、RGBそれぞれについて256階調あるので、表される色の総数は $256^3 = 1677$ 万色となるが、これを予め設定した任意の順序に配列して、その配列に応じて階調を決定する場合であってもよい。このとき、取り込んだ二次元画像情報Vに基づいてその凹凸を考慮しながら色の配列を決定していけば、実際の凹凸とほぼ等しい凹凸のレリーフを形成することができる。

【0028】

【図1】



【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、入力された画像を分割した各画素の画素情報に含まれる位置データに基づくX-Y座標データと、色調データに基づくZ座標データによりレリーフの三次元形状データが算出され、これに基づき工具のカッターパスが決定され、NC加工機により被加工物の表面が研削されてレリーフが作成されるので、単品のレリーフを作成する場合でも職人の手を介在させずに低コストで、しかも、画像入力手段により入力した画像とそっくりのレリーフを自動的に作成することができるという大変優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る自動工作機の一例を示す概略構成図。

【図2】(a)～(c)は色調データを示す説明図。

【符号の説明】

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1・・・自動加工システム   | W・・・被加工物         |
| 2・・・画像入力手段     | 3・・・画素情報出力手段     |
| 4・・・階調データ算出手段  | 5・・・三次元形状データ算出手段 |
| 6・・・カッターパス算出手段 | 7・・・NC加工機        |
| 15・・・着色装置      |                  |

【図2】

